

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



### FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL BOGOTÁ D.C.

#### LICENCIA CREATIVE COMMONS:



La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**  
Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

#### Usted es libre de:

Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

#### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciatante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2016

**TÍTULO:** Disipadores y aisladores sísmicos, modelo de puente vehicular con disipador y sin disipador de energía, comparación de la respuesta sísmica.

**AUTOR (ES):** León Joya, Laura Tatiana.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Nemocón Ruiz, Marisol.

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



**MODALIDAD:** Visita Técnica Internacional.

**PÁGINAS:** 98 **TABLAS:** 4 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 64 **ANEXOS:** 1

### CONTENIDO:

#### INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES
2. MARCO DE REFERENCIA
3. SISTEMAS DE CONTROL SISMICO
4. ESTADO DEL ARTE
5. METODOLOGIA
6. DESCRIPCION DEL MODELO MATEMATICO DEL PUENTE A ANALIZAR
7. ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL ANALISIS DEL PUENTE
8. MODELO Y ANALISIS DE PUENTE CON AISLADOR Y SIN AISLADOR
9. ANALISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES
10. CONCLUSIONES
11. RECOMENDACIONES

#### BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXOS

### DESCRIPCIÓN:

En este documento se relaciona una breve descripción de los sistemas de control sísmico tal como se ha desarrollado e implementado alrededor del mundo. Se realiza un consolidado de la serie de pasos a desarrollar para la ejecución de un modelo matemático de puente vehicular de losa y viga empleando un aislador elastómero por medio de software, simulando la acción de sismo. Se elabora una comparación de modo cuantitativo de la respuesta sísmica obtenida entre el modelo con aislador y el modelo convencional simulado a una ciudad de alta vulnerabilidad sísmica.

### METODOLOGÍA:

Inicialmente se plantea una fase de indagación y revisión bibliográfica a cerca de aisladores, amortiguadores y disipadores de energía, además de la búsqueda del

uso actual de estos dispositivos en Colombia. Visita técnica internacional al Canal de Panamá, se consulto expertos que por medio del acompañamiento durante las conferencias, brindaron información sobre el tema de sismicidad y su normatividad vigente. Finalmente, se crearon dos modelos por medio del software SAP2000, uno convencional de puente de losa y viga diseñando apoyos de neopreno entre los estribos y la losa, A demás de un modelo con un sistema de disipación de energía LRB quien proporcione 25% de amortiguamiento conforme a la ficha técnica anexada, se diseñó la ciudad de Pereira según microzonificación sísmica registrada en la normatividad Colombiana.

**PALABRAS CLAVE:** AISLADOR, CONTROL SÍSMICO, DISIPADOR DE ENERGÍA, SISMO, PUENTES.

### CONCLUSIONES:

Es notorio el efecto al aplicar un sistema de disipación de energía al modelo de puente vehicular, pues si bien es cierto por medio del análisis se identificó reducción en sus fuerzas internas y desplazamientos obteniendo una estructura más estable durante la simulación por medio de análisis modal, de un evento sísmico para la ciudad de Pereira. Logrando así, confirmar que el uso de estos sistemas disminuye considerablemente los tiempos entre una oscilación y otra tal como se identificó en la comparación de periodos pues en el modo 1 del modelo con aislador, el periodo se incrementó casi en 35% a comparación del modelo convencional, obteniendo 0.9844 s-1 con aislador, mientras que el convencional presento un periodo de 0.6624 s-1 lo cual demuestra que al aumentar considerablemente en el modelo aislado, logra brindar condiciones de seguridad y estabilidad mayores comparadas al modelo convencional, teniendo en cuenta que la frecuencia disminuyo a medida que el periodo aumento. Adicionalmente se observó que las pilas presentan menor desplazamiento al implementar el sistema de control, teniendo en cuenta lo evaluado en el modo 10 obteniendo valores máximos de 524,33 kN reduciendo consigo un 92% aproximadamente respecto al modelo convencional, lo cual afirma la viabilidad del uso de nuevas tecnologías de protección sísmica.

Recordando así, la capacidad de disipación de energía del aislador elastómerico empleado al 25%, que en cada oscilación se retuvo aproximadamente el 25% en cada una, es decir que dejó una parte de la energía en cada vibración mecánica, confirmando así el concepto del amortiguamiento, ya que la energía absorbida por el neopreno quien se deforma lateralmente durante el sismo, pero se controla por

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE -



medio del núcleo de plomo ingresando deformaciones plásticas, permite disipar la energía en forma de calor. Por lo tanto los valores obtenidos demuestran reducción considerable de esfuerzos al conseguir que gran parte del sismo sea disipado antes de llegar directamente a la superestructura, tal como se observó durante en las gráficas anteriores.

Se identificaron reducciones considerables al evaluar fuerzas internas y cortantes en la base de las pilas ya que en el modelo convencional al aplicar el sismo, se observan valores entre 1093 kN y 1095.7 kN, mientras que al aplicar el sistema de control sísmico se observa una importante reducción de cortante en base con valores de 448.1 kN y 453,3 kN máximo, obteniendo mayor estabilidad estructural tal como se contempló por medio de graficas que ayudaron a comprender con mayor facilidad los resultados obtenidos, que finalmente fueron óptimos. Concluyendo así que el uso del sistema de control pasivo usado en el modelo diseñado demuestra mejor comportamiento ante la simulación del sismo por medio del espectro de aceleraciones, comprobando finalmente las ventajas que podría representar especialmente en ciudades de alta vulnerabilidad, así como se simuló para la ciudad de Pereira.

### FUENTES:

- **AGOM International SRL. (2016).** E-Safe seismic isolators . *Seismic isolators-LRB*. Italy.
- **Casas., D. J. (2002).** Criterios de diseño sísmico de puentes. Barcelona.
- **CCP-14. (2014).** *Código Colombiano de Diseño de Puentes. CCP-14.* Asociacion Colombiana de Ingenieria Sismica-AIS.
- **Colombia, H. s. (1975).** *Historia sismica de los terremotos en Colombia.* Recuperado el 18 de 05 de 2016, de <http://acontecimientos2012.latin-foro.net/t4904-historia-sismica-de-colombia>
- **COLOMBIA, R. S. (2016).** *SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO.* Recuperado el 01 de 07 de 2016, de <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/material-educativo/conceptos-basicos>
- **Daniela Maldonado. (Mayo de 2009).** *Construccion sismoresistente.* Obtenido de

<http://www.fiic.la/LXV%20CONSEJO%20DIRECTIVO%20PANAMA/DELALLERA1.pdf>

• **Davila, A. A. (03 de May de 2008).** *Microzonificación sísmica*. Obtenido de Pereira: <http://www.col.ops-oms.org/desastres/docs/pereira/06espectro.htm>

• **Davila, A. A. (27 de 01 de 2016).** *Microzonificación sísmica de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa*. Obtenido de <http://www.col.ops-oms.org/desastres/docs/pereira/01presentacion.htm>

• **Dr. Genner Villarreal Castro, M. R. (2008).** *Edificaciones con disipadores de energia*. Lima: ANR. 96

• **Karavasilis T., D. A. (2012).** *Seismic Design and Evaluation of a Minimal-damage Steel Frame Equipped with Steel Yielding Devices and Viscous Dampers*. 15 World Conference on Earthquake Engineering, Lisboa, Portugal. Obtenido de Scielo: [http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012\\_0631.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_0631.pdf)

• **Kelly, J. C. Simo and J. M. (1978).** "The Analysis of Multilayer Elastomeric Bearings". Vol. 51(2).

• **Leocadio Rico Pradilla, G. C. (28 de Agosto de 2012).** *Uso de aisladores de base en puentes de concreto simplemente apoyados*. Recuperado el 16 de 05 de 2016, de Scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2012000400009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2012000400009&lng=es&nrm=iso)

• **Luis Enrique Garcia. (1998).** *Dinámica estructural aplicada a diseño sísmico*. República Dominicana: Universidad de los Andes.

• **NSR-10. (2010).** Título A. En V. y. Ministerio de Ambiente, *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente*. Bogotá.

• **Oviedo J., D. M. (2009).** Disipadores histeréticos metálicos como técnica de control de respuesta sísmica en edificaciones colombianas. *Revista EIA*, 51-63. 97

• **Priestley, M., Seible, F., & Calvi, G. M. (1996).** *Seismic Desing And Retrofit of Bridges*. New York, United States of America: Jhon Wiley & Sons.

• **R. I. Skinner, J. M. (1975).** *Hysteretic Dampers for Earthquake-Resistant Structures*. 3(3), pp. 593-604.

•**REP2004, R. d. (12 de Noviembre de 2004).** Reglamento Estructural Panameño. *REP2004*, pág. 93.

•**Sato, K. y. (1996).** "Kobe: ¿un desastre no anunciado?". *Desastres y Sociedad N°6;* "Kobe resurge de sus cenizas" .

•**Sociedad Mexicana de Ingenieria Sismica. (2003).** Recuperado el 2016 de Jun de 28, de <http://www.smis.org.mx/htm/sm5.htm>

•**V. A. Zayas, S. S. (1990).** A simple pendulum technique for achieving seismic isolation. *Vol. 6*(pp. 317-334). Recuperado el 11 de Jun de 2016

#### LISTA DE ANEXOS:

Anexo 1. Catalogo AGOM International – Seismic Isolation.